

광학문자인식(OCR)에 의한 CT 방사선 선량 관리시스템 개발에 관한 연구

윤영욱¹ · 김남현^{1*} · 백창구²

¹연세대학교 의과대학 의용전자공학과, ²지이 헬스케어 IT

The Study on Radiation Dose Monitoring System Development of Computed Tomography (CT) by Optical Character Recognition (OCR)

Young Wook Yoon¹, Nam Hyun Kim^{1*}, Chang Goo Baek²

¹Department of Medical Engineering, College of Medicine, Yonsei University, Seoul, Korea

²Department of Healthcare-IT, GE Korea Healthcare, Seoul, Korea

= Abstract =

Since Korea Food and Drug Administration and The Ministry of Health-Welfare published guideline for its recommendations on issues related to patient radiation dose from CT X-ray to reduce patient dose in 2009, it has been followed up. As a result of this effort, recently many hospital has been building up dose monitoring system to collect and manage radiation dose systematically. In case CT which is installed and used in hospital does support dose report by structured report, it is easy to provide dose report to dose monitoring system. However It is very hard to integrate radiation dose from CT installed or manufactured before DICOM SR requirements containing dose report was released, which was defined by DICOM Standard Committee into dose monitoring system so that this makes it difficult to comply with guideline for diagnostic reference level. Therefore this report contains the experience on integrating the value of DLP (Dose Length product) from CT installed in radiology department of university hospital of Seoul into dose monitoring system by using Optical Character Recognition technology.

Key words: Dose monitoring system, Dose report, DICOM structured report,
Diagnostic reference report, Optical character recognition

서론

전 세계의 CT 사용건수는 1980년에 매년 약 2 백만건 정도

였던 것이 2007년에는 약 7천 2백만 건으로 기하급수적으로 증가했다는 추측을 하고 있다 [2-5].

OECD Healthdata 2010에 의해 OECD 주요국과 비교하면, 인구 100 만명당 CT 보유대수는 일본이 97.3(2008년)대로 가장 많이 보유하였으며, 그 다음으로 호주가 38.8대(2009년), 한국 37.1대(2009년)로 3위로서 순서도 높을 뿐만 아니라 OECD 평균 22.9대에 비해 절대수도 높다. 그리고 2012년 보건복지부 발표 '특수의료장비 의료기관 연도별 설치

통신저자: 김남현, (120-752) 서울시 서대문구 연세로 50,
연세대학교 의과대학 의용공학과
Tel: 02-2228-1915, Fax: 02-363-9923
E-mail: KNH@yuhs.ac

현황' 및 2010년 한국의료영상품질관리원 'CT의 의료기관 중별 설치현황'에 따르면, CT 설치는 2007년에 1557대, 2008년에 1788대, 2009년에 1810대, 2010년에 1743대, 2011년에 1787대가 설치되어 있는 것으로 나타난다. 즉, 2008년 이전 설치대수가 약 87%를 차지하고 있는 것을 알 수 있으며, 이들 대부분의 CT 장비들은 2007년에 DICOM Standard Committee에 의해 CT Radiation Dose Reporting 정보를 DICOM SR에 포함시키기 이전 제조 및 생산과 설치된 제품들이라 할 수 있어 DICOM SR 정보를 활용하기가 어렵기 때문에 방사선량 관리 및 모니터링을 위해서는 각 기기에 알맞은 기술을 활용한 시스템구축이 필요하다.

본 론

1. 관련 기술 및 용어

1-1) 광학 문자 인식(Optical character recognition; OCR)

사람이 쓰거나 기계로 인쇄한 문자의 영상을 이미지 스캐너로 획득하여 기계가 읽을 수 있는 문자로 변환하는 것이다. 미지 스캔으로 얻을 수 있는 문서의 활자 영상을 컴퓨터가 편집 가능한 문자코드 등의 형식으로 변환하는 소프트웨어로써 일반적으로 OCR 이라고 한다.

OCR기술은 1914년 Emanuel Goldberg에 의해 개발되었으며, 초기는 Standard Telegraph code로 변환 시키는 용도로 사용되었다 [8].

최근에는 거울이나 렌즈 등의 광학 기술을 이용한 광학 문자 인식과 스캐너 및 알고리즘에 의한 디지털 문자 인식은 다른 영역으로 생각되었으나 이제는 광학 문자 인식이라는 말이 디지털 문자 인식을 포함하는 것으로 간주되었다.

1-2) OCR 프로그램 작동 원리

OCR 프로그램은 문자를 찾아 문서의 빛과 어두운 영역을 분석하여 작동한다. 일단 문자가 OCR 프로그램의 라이브러리와 일치되는지 검색 하게 된다. 이때 고품질의 이미지인 경우에는 최대 99.8% 이상 정확하게 일치시킬 수 있다 [9].

1-3) 환자 선량 권고량 가이드라인: DRL (Diagnostic Reference Level)

환자선량 권고량(DRL)은 진단 엑스선 검사 시 환자가 받는 방사선량을 측정하고 평가하여 진단에 참고할 수 있도록 권고하는 선량준위로서 사용횟수가 많고 정기적인 검사에 대

하여 확립한다. 의료 피폭에 적용하는 것으로 일반화된 방사선방어의 최적화의 결과로서 전문기관에 의해 설정되는 권고이다.

DRL은 임상에서의 문제가 되지 않는 적정 범위에서 선량을 필요 최소한으로 사용하도록 하고 실제적으로 적용하기 위해서는 환자선량을 평가한 결과 환자 선량 분포 중에서 제3사분위값(3rd Quartile)를 기준하여 설정하도록 하고 있다. 2008년에는 진단 방사선 분야에서의 의료영상을 목적으로 수행하는 엑스선 검사에 대해서는 환자방어를 위한 최적화를 위해 DRL을 적용하도록 International Commission on Radiological Protection(ICRP) publication 103에서 권고하고 있다 [6].

또한, 국제방사선 방어위원회는 각 국가가 자국 실정에 맞게 의료피폭 저감을 위하여 환자선량 권고량 (Diagnostic Reference Level)를 확립하도록 권고 하고 있다 [7].

2009년 국내에서도 CT 엑스선 검사 시 환자가 받는 방사선량을 평가하고 이를 저감하기 위한 대책으로 한국의료영상품질 관리원과 연구를 수행하여 이를 토대로 대한영상의학회, 대한방사선사협회와 함께 CT 촬영시 환자선량 저감을 위한 환자선량 권고량을 설정하고 가이드라인을 마련하였다 [1].

국가적인 CT 촬영시 환자선량 권고량(Diagnostic Reference Level)을 확립하였지만, 이를 실질적이고 지속적으로 운영 관리하기 위해서는 각 병원단위로 환자 선량을 수집하고 평가할 수 있는 시스템이 구축 운영되어야만 하지만, 국내에서는 그에 대한 연구의 보고는 매우 미비하다.

1-4) DICOM Supplement 127: CT Radiation Dose Reporting

현재 사용 되고 있는 DICOM3.0 은 1993년 미국 영상 의학회(American College of Radiology ; ACR)와 북미 전기전자협회(National Electrical Manufacturer Association ; NEMA)에 의해 발표된 후 2007년에 DICOM Standard Committee에 의해 DICOM SR에 'DICOM Supplement 127: CT Radiation Dose Reporting' 을 포함하도록 하였다 [11]. 참고로, DICOM SR은 Tree 구조로 이루어져 있으며, 여러 Data들을 포함하고 있고, 보통 촬영기록 및 판독소견 및 진단장비의 이미지 및 장비의 방사선량 기록과 같은 정보들을 포함하고 있다.

1-5) CTDI (Computed Tomography Dose Index)

CTDI는 축 방향 X선관의 1회전에 대해 측정하며 적분 흡수선량을 총 빔 폭으로 나눠 산출한다. CTDI 측정을 위해서 두

개의 14 cm 길이 PMMA(예: 아크릴 또는 루사이트) 원기둥이 표준으로 채택되었다. 머리 검사에 대한 CTDI 값 평가에는 직경 16 cm가 사용되고, 몸통 검사에 대해서는 직경 32 cm가 사용된다. 보통 이들을 각각 머리 및 몸통 CTDI 모의체라 부른다 [8].

CTDI₁₀₀ 은 특정 적분구간에 대해 축 방향 1회 스캔으로 인한 방사선량 종단면의 적분을 필요로 한다. CTDI₁₀₀ 의 경우 적분구간은 ± 50 mm인데 이 길이는 상용화 되어 있는 pencil ionization chamber 의 길이와 같다. 여기서 D(z)는 z축을 따른 방사선량의 종단면이고 N은 단층 수, T는 단층 명목 두께이다 [8].

$$CTDI_{100} = \frac{1}{NT} \int_{-50 \text{ mm}}^{+50 \text{ mm}} D(z) dz$$

CTDI는 시야 내 위치에 따라 다를 수 있다. 몸통 영상화에서는 회전 중심위치보다 표면에서 CTDI가 두 배 정도 높다. 시야에 대한 평균 CTDI를 가중 CTDI (CTDI_w)라 하며 다음과 같다 [8].

$$CTDI_w = \frac{1}{3} CTDI_{100, \text{center}} + \frac{2}{3} CTDI_{100, \text{peripheral}}$$

1-6) CTDIvolume(CTDI_{vol})

나선CT에서는 총 빔 폭(NT)에 대한 회전 당 침상 진행거리(I)를 피치라 하므로 CTDI_{vol}은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$CTDI_{vol} = \frac{CTDI_w}{pitch}$$

CTDI_w가 x와 y 방향에 대해 평균 흡수선량을 나타냄에 비해 CTDI_{vol}은 x, y, z 방향에 대해 평균흡수선량을 나타낸다. CTDI_{vol}은 표준 모의체 스캔 프로토콜의 스캔체적 내 한 점에서 평균흡수선량을 가장 잘 나타내는 변수이다(IEC 2002) [8].

1-7) Dose-Length Product (DLP)

CTDI_{VOL}은 슬라이스 당 노출된 선량의 측정값인 반면, DLP는 스캔된 일련의 모든 영상에 대한 총 선량 값이다. 즉, DLP는 아래의 식에 나타낸 바와 같이 CTDI_w에 스캔된 거리를 곱하여 나타내며 단위는 mGy.cm가 사용된다.

$$DLP = CTDI_w \times nT = CTDI_{VOL} \times \text{scan length}$$

여기서 T는 공칭 슬라이스 두께, n은 conventional scan

에서는 슬라이스 수, 나선형 스캔에서는 revolution 수 (rotation 수)를 의미한다. 또한 irradiated length는 나선형 스캔에서는 일반적으로 imaged length보다 길다는 것을 염두에 두어야 한다 [8].

1-8) 유효선량 (Effective dose)

신체의 장기와 조직들은 서로 다른 방사선 민감도를 가지고 있으므로, 방사선에 피폭된 경우에는 이러한 민감도의 차이를 고려하여 방사선 손상을 추정할 수 있는 개념이 필요 한다. 유효선량은 국제적인 방사선 피폭에 의한 방사선 손상을 평가하기 위해 ICRP에 의해 도입된 개념으로써, CT에서는 Dose Length Product (DLP)에 변환인자(conversion factor)를 곱하거나, 몬테카를로 방법(Monte Carlo simulation)을 이용하여 추정할 수 있다.

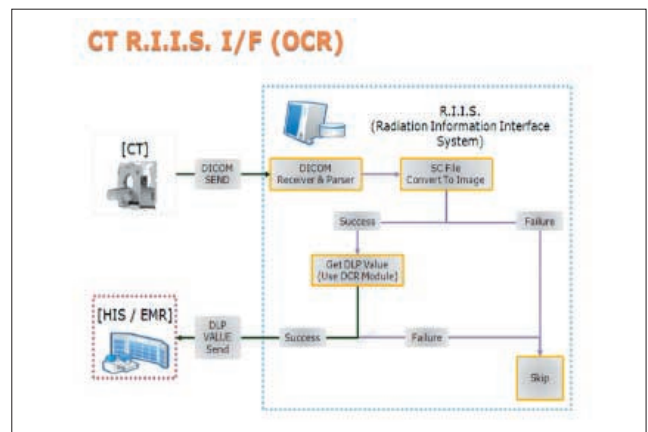


그림 1. CT Dose monitoring System by OCR

Patient Name:			Exam no: 688		
Accession Number:			2009 Nov 04		
Patient ID:			LightSpeed VCT		
Exam Description: BRAIN NON-CONTRAST CT					
Dose Report					
Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phantom cm
1	Scout	-	-	-	-
2	Axial	S1250-S136.250	13.85	193.88	Head 16
Total Exam DLP:			193.88		
1/1					

그림 2. 영상에 DLP값이 표현된 사례

1	Scout
2	Axial
	51.250-5136.250
	13.85
	193.88
	Head
	16
	Total
	Exam
	DLP:
	193.88

그림 3. 텍스트가 OCR 기술로 추출된 사례

2. 시스템 구성도

본 사례에서 소개하고자 하는 병원은 Radiology를 위한 PACS 시스템을 사용하고 있으며, 다수의 CT를 사용하여 환자검사를 진행하고 있다. 여러 CT 제조사의 제품을 사용하고 있지만, 연구팀은 방사선량 정보가 모니터에 표시되는 CT 제품의 경우를 기준으로 방사선 피폭 모니터링 시스템을 구축 하였다. 사용된 장비는 GE사의 LightSpeed VCT이다.

구축에 사용된 Radiation information interface system의 구성도는 그림 1과 같으며, 장비로부터 OCR 기술을 활용하여 DICOM 정보를 획득하여 DLP 값을 추출하도록 구성된다.

결 과

국내 설치된 있는 CT 장비들 중 Dose Length Product (DLP) 값이 모니터에 표현되는 장비를 위하여, Optical Character Recognition (OCR) 기술을 이용한 환자 방사선 피폭 선량 모니터링 시스템 구축을 함으로써, CT Radiation Dose Reporting 정보가 DICOM SR에 포함 되어 있지 않은 2008년 이전 제조 및 생산과 설치된 기기들에 대해서도 환자별 방사선 선량 정보를 PACS 또는 External System (EMR, OCS)과 연동하여 환자별 CT 방사선 피폭현황을 파악할 수 있도록 하였다.

결 론

이번 사례에서는 2008년 이전에 제조 생산 및 설치가 된 CT

그림 4. OCR 기술로 DLP값을 추출하여 환자별 피폭선량을 표현한 사례

기기로 검사한 환자의 CT 방사선 피폭 선량과 관련된 정보들도 기록 보관이 가능하게 됨으로, 환자 개인별 다량의 불필요한 방사선 조사로 인해 발생하는 임상학적 문제점들을 미리 예측하고 평가하는 데 유용한 자료로 사용이 될 수 있다.

참 고 문 헌

1. 방사선안전관리 시리즈 No.19. CT엑스선 검사에서의 환자선량 권고량 가이드라인 September 2009.
2. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography-an increasing source of radiation exposure. N Engl J Med 2007;357:2277-2284
3. Berrington de Gonzalez A, Mahesh M, Kim KP, et al. Projected cancer risk from computed tomographic scans performed in the United States in 2007. Arch Intern Med 2009;169:2071-2077
4. International Marketing Ventures, 2007 CT Market Summary Report[International Marketing Ventures Web site]. Rockville, MD:International Marketing Ventures; 2008. Availables at :http://imvinfo.com. Accessed September 22, 2010.
5. Hall EJ, Brenner DJ. Cancer risks from diagnostic radiology. Br J Radiol 2008;81:362-378
6. ICRP The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 103
7. ICRP: Radiological Protection and Safety in Medicine, Publication 73, Annals of the ICRP Vol.30
8. ICRP: Managing Patient Dose in Multi-Detector Computed Tomography(MDCT), Publication 102, Annals of the ICRP Vol.37
9. Herbert Schantz, The History of OCR. Manchester Center, VT: Recognition Technologies Users Association, 1982
10. Holley, Rose (April 2009). "How Good Can It Get? Analysing and Improving OCR Accuracy in Large Scale Historic Newspaper Digitisation Programs". D-Lib Magazine.

<http://www.dlib.org/dlib/march09/holley/03holley.html>.
Retrieved 5 January 2011.
11. National Electrical Manufacturers Association. Digital Imaging

and Communications in Medicine (DICOM), supplement 127:
CT Radiation Dose Reporting (Dose SR). ftp://medical.nema.org/medical/dicom/final/sup127_ft.pdf

대한의학영상정보학회지 2012; 18: 27-31

= 초 록 =

한국 보건복지가족부 및 식품의약품안전청 (Korea Food and Drug Administration: KFDA)에서는 2009년 “CT X선 검사에서의 환자선량 권고량 가이드라인”을 발표하여, 환자선량저감을 위한 노력을 하고 있다. 이러한 노력의 결과로 최근 각 병원에서는 방사선량을 체계적으로 수집하고 관리 할 수 있는 시스템 구축이 늘고 있다. 각 병원에 설치되어 있는 CT 장비가 선량정보를 DICOM Standard Report 등을 통해 지원되는 경우에는 좀 더 수월하게 선량관리 시스템을 통해 관리가 가능하게 되지만, 2007년 DICOM standard committee에 의해 DICOM SR에 Radiation Dose Reporting을 포함하도록 규정하기 이전 제조 및 설치된 장비의 경우에는 환자선량 권고량 (Diagnostic Reference Level) 가이드라인을 지속적으로 따르기에는 현실적으로 매우 어려운 것이 사실이다. 이에 본 연구에서는 대한민국 서울소재 대학 병원의 영상의학과 CT의 Dose Length Product (DLP) 값을 Optical Character Recognition (OCR) 기술에 의한 환자 방사선 피폭 선량 모니터링 시스템 구축과 관련된 경험을 보고한다.